

# KLASSISCH KOMPETENZORIENTIERT UND ELEKTRONISCH PRÜFEN

EIN DIDAKTISCHER ANSATZ FÜR DIE UMSETZUNG DIGITALER PRÜFUNGSFORMEN BEI KOMPLEXAUFGABEN IM MINT-BEREICH  
[Herrmann, S.; Freudenreich, R.]

Das hier vorgestellte Verfahren ermöglicht es, methodisch-mathematische Komplexaufgaben in E-Assessments umzusetzen, ohne deren Charakter zu verändern. Die technische Umsetzung basiert auf allgemein verfügbaren E-Assessment-Systemen und fokussiert auf automatisierte Auswertbarkeit. Dieser didaktische Schlüssel gibt Handlungsempfehlung zur einfachen Überführung von klassischen Komplexaufgaben im MINT-Bereich. Das Verfahren orientiert sich am Lösungsweg von Komplexaufgaben und bildet die didaktische Brücke für den Weg vom Papier zum elektronischen Assessment.

**BEISPIELAUFGABE**

Gegeben sei eine ebene Schamottewand eines Glühofens.  
Die Innentemperatur der Ofenwand beträgt 900 °C,  
die Außenwandtemperatur des Ofens soll 50 °C nicht übersteigen.  
Der Wärmeverlust darf den Wert 20 kW nicht überschreiten.  
Die Fläche der Schamottewand beträgt 10 m<sup>2</sup>.

Schematische Darstellung des Prozesses

Bearbeiten Sie zunächst folgende Aufgaben:  
a) Zeichnen Sie qualitativ den Temperaturverlauf durch die ebene Schamottewand.  
b) Berechnen Sie die Dicke der Schamottewand.

Nach Bearbeitung der Aufgaben beantworten Sie folgende Fragen:

---

**SCHRITT 1:**  
Lösung der Aufgaben  
„von Hand“ bzw. mit Berechnungssoftware

**SCHRITT 2:**  
Abfrage von Lösungsschritten, Zwischen- und Endergebnissen  
im E-Prüfungstool

**Gegeben:**  $\vartheta_i = 900^\circ\text{C}$   
 $\vartheta_a = 50^\circ\text{C}$   
 $A = 10\text{ m}^2$   
 $\dot{Q} = 20\text{ kW}$

**Gesucht:**  $\delta$

**Lösung:**

a) **AUSWAHL DES RICHTIGEN SCHEMAS**

b)  $\dot{Q}_a = \frac{\Delta\vartheta}{R_a}$  **NENNEN DER AUSGANGSGLEICHUNG**

$R_a = \frac{\delta}{\lambda \cdot A_m}$  **AUSWAHL DER RICHTIGEN FORMEL**

$A_m = A = 10\text{ m}^2$

$\lambda = 0,71 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$  **ANGEBEN VON STOFFWERTEN**

$\Delta\vartheta = |\vartheta_{wi} - \vartheta_{wa}|$   
 $= |900^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}|$   
 $= 850\text{ K}$  **ANGEBEN VON ZWISCHENERGEBNISSEN**

$\delta = \frac{\lambda \cdot A_m \cdot \Delta\vartheta_a}{\dot{Q}_a}$  **ANGEBEN DES ENDERGEBNISSES**

$\delta = \frac{0,71 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}} \cdot 10\text{ m}^2 \cdot 850\text{ K}}{20\text{ kW}}$   
 $\delta = 0,3\text{ m} \hat{=} 30\text{ cm}$

**Frage a1**  
Welche der folgenden Darstellungen beschreibt den Temperaturverlauf in der Schamottewand? (Klicken Sie die richtige Antwort an)

**Antwort:**

**Frage b1**  
Welche Gleichung ist im hier beschriebenen Fall die Basis zur Berechnung des Wärmestroms? (Geben Sie die Nummer der Gleichung in der Formelsammlung an)

**Antwort:** Formelnummer [.....]

**Frage b2**  
Mit welcher der folgenden Gleichungen kann die Wanddicke direkt berechnet werden? (Klicken Sie die richtige Antwort an)

**Antwort:**  
 $R_{\lambda_j} = \frac{\delta_j}{\lambda_j \cdot A_{mj}}$     $R_{\alpha_i} = \frac{1}{\alpha_i \cdot A_i}$     $R_{\alpha_a} = \frac{1}{\alpha_a \cdot A_a}$

**Frage b3**  
Geben Sie den Wärmeleitkoeffizient (Zahlenwert) in der geforderten Maßeinheit an.

**Antwort:** Der Wärmeleitkoeffizient beträgt [.....] W m<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>.

**Frage b4**  
Geben Sie die Temperaturdifferenz (Zahlenwert) zwischen der Wandinnenseite und der Wandaußenseite in der geforderten Maßeinheit an.

**Antwort:** Die Temperaturdifferenz beträgt [.....] K.

**Frage b5**  
Geben Sie die Dicke der Schamottewand (Zahlenwert) in der geforderten Maßeinheit an.

**Antwort:** Die Dicke der Schamottewand sollte mindestens [.....] cm betragen.

## DIDAKTISCHER ANSATZ

In den Ingenieurwissenschaften sind Berechnungsaufgaben, deren Lösungsprozess verschiedene Fach- und Methodenkompetenzen adressiert, Bestandteil vieler Prüfungsklausuren. Zur Lösung derartiger Komplexaufgaben sind i. d. R. mehrere miteinander verzahnte Verfahrensschritte nötig.

Für Aufgabenstellungen, deren Lösung ein schrittweises Vorgehen und die Bearbeitung mehrerer, miteinander verknüpfter Teilaufgaben erfordert, wird der zur Komplexaufgabe gehörende E-Assessment-Fragenteil durch elektronische Prüfungsfragen (E-Assessment-Fragen) ergänzt, die eine Überprüfung der zur Lösung der Teilaufgaben nötigen Fähigkeiten/Fertigkeiten erlaubt.

Die einzelnen E-Assessment-Fragen sind so auszurichten, dass sie zum Nachweis der zu prüfenden Kompetenzen geeignet sind (z. B. Abfrage von theoretischen Grundlagen zur Lösung, Abfrage von Berechnungsformeln und Stoffwerten, Abfrage von Zwischen- und Endergebnissen). Jede innerhalb der Komplexaufgabe fokussierte Fähigkeit/Fertigkeit wird durch eine oder mehrere E-Assessment-Fragen überprüft.

## EVALUATIONSERGEBNISSE

- + Erfassung von Teillösungen  
→ nicht nur Endergebnisse überprüfbar (Lösungsweg)  
→ spezielle Rückmeldungen zur Lösung möglich (Lernende wünschen sich mehr derartige Angebote)
- + Kompetenzorientierung durch spezifische Aufgabentypen
- + Zeitersparnis durch automatisierte Auswertung
- Zeitaufwand zur Erstellung von E-Assessment-Aufgaben  
→ Wunsch nach „einfacherer Programmierung“  
→ Wunsch nach mehr Support für Aufgabenerstellung  
→ Wunsch nach gemeinsamen Aufgabenpools
- Prüfsystem oft nicht ausreichend für spez. Anforderungen  
→ Wunsch nach weiteren spezifischen Aufgabentypen  
→ Wunsch nach Features zur spez. Folgefehlererfassung (Verfahren erlaubt papierbasierte Nachkontrolle)

Das E-Assessment-Konzept thermoE wurde zusammen mit weiteren durch Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Kretschmar entwickelten Lehr-Lern-Formaten mit dem Sächsischen Lehrpreis ausgezeichnet.



## LITERATUR:

Fieback, T.; Wulf, R.; Freudenreich, R.; Umlauf, T.; Kretschmar, H.-J.; Herrmann, S. (2020): thermoACTIVE - Ein Lehr-Lern-Konzept zur aktiven Verständnissicherung und differenzierten Leistungsförderung. In: Petersen, M.; Kammasch, G. (Hrsg.): Technische Bildung im Kontext von 'Digitalisierung'/'Automatisierung' - Tendenzen, Möglichkeiten, Perspektiven - Wege zu technischer Bildung. Referate der 14. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2019, Berlin: Ingenieur-Pädagogische Wissenschaftsgesellschaft, S. 161-166.

Freudenreich, R.; Grau, C.; Breitkopf, C.; Kretschmar, H.-J. (2018): thermoE - Ein Verfahren zur Erstellung elektronischer Übungsaufgaben im MINT-Bereich. In: Kammasch, G.; Petzold, J. (Hrsg.): Digitalisierung in der Techniklehre - Ihr Beitrag zum Profil technischer Bildung - Wege zu technischer Bildung. Referate der 12. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2017, Berlin: Ingenieur-Pädagogische Wissenschaftsgesellschaft, S. 177-182.

Freudenreich, R.; Herrmann, S. (2021): Hybrid-Klausur - automatisiertes Prüfen komplexer Berechnungsaufgaben für eine effiziente Klausurauswertung im MINT-Bereich. In: Kammasch, G.; Keil, S.; Winkler, D. (Hrsg.): Produktions- und Dienstleistungsstrukturen der Zukunft im Fokus - Wege zu technischer Bildung. Referate der 15. Ingenieurpädagogischen Regionaltagung 2021, Berlin: Ingenieur-Pädagogische Wissenschaftsgesellschaft, S. 263-268.

## Kontakt:

Dr.-Ing. Sebastian Herrmann  
Fakultät Maschinenwesen  
Hochschule Zittau/Görlitz  
s.herrmann@hszg.de

Ronny Freudenreich, M.A.  
Zentrum für Wissenstransfer und Bildung  
Hochschule Zittau/Görlitz  
ro.freudenreich@hszg.de